

C. R. E. D. E. L.

Research papers

Travaux de recherches



Centre de Recherches Économiques
et Démographiques
de Liège

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

« RÉSIDENCE A. DUMONT » - 32, PLACE DU VINGT AOUT, 4000 LIÈGE

ANALYSE DES COUTS ET DE L'OUTPUT
DU SECTEUR DE LA PECHE MARITIME.

1977

C.R.E.D.E.L.

AVANT - PROPOS.

L'étude qui va suivre cherche à déterminer l'influence de deux caractéristiques techniques des bateaux, à savoir leur tonnage et leur puissance sur les coûts supportés par ces bateaux et sur les quantités qu'ils pêchent.

A cette fin, le chapitre II ne sera qu'une analyse descriptive de la structure des coûts tandis que le troisième étudiera la relation établie entre le coût total journalier d'un bateau et sa puissance et/ou son tonnage. Le chapitre IV considère pour sa part, ces mêmes variables explicatives pour l'étude des quantités pêchées par chaque bâtiment. Mais auparavant, le premier chapitre aura donné une vue de la situation actuelle du secteur de la pêche maritime en Belgique, à partir de quelques statistiques.

.....

1- La flotte de pêche belge	I.1.
2- Les prises belges	I.5.
3- L'emploi	I.9.

1- Introduction	II.1.
2- Coût total, coût moyen, coût marginal	II.3.
3- Structure des coûts : coûts variables	II.6.
coûts fixes	II.13.
coût total	II.16.
rendement	II.18.

1- Relation coût total - puissance	III.1.
2- Relation coût total - tonnage	III.5.
3- Relation coût total - puissance - tonnage	III.9.

1- Introduction	IV.1.
2- L'output par bateau	IV.2.
3- L'output par méthode de pêche	IV.3.
4- L'output par catégorie de poissons	IV.4.
5- L'output par méthode et catégorie	IV.8.
6- Conclusions	IV.8.

Annexes.

Chapitre I : La situation actuelle de la pêche maritime belge.

1. La flotte de pêche belge.

La flotte de pêche belge est répartie en cinq classes selon le tonnage brut (1). La classe I comprend les bateaux de moins de 35 tonneaux bruts affectés à la pêche côtière. Les bateaux de la classe II varient entre 35 et 70 T.B. et naviguent en mer du Nord méridionale et dans la Manche. Les bâtiments de 70 à 180 T.B. qui sillonnent les mers d'Islande, d'Irlande, du Nord septentrionale entrent dans la classe III. Quant aux classes IV et V, elles comprennent les chalutiers de, respectivement 180 à 400 T.B. et 400 à plus de 1000 T.B. pêchant en mer d'Islande.

Depuis 1971, le nombre total de bateaux n'a pas cessé de régresser, passant de 302 à 255 unités (2). Cette diminution se manifeste dans chacune des classes sauf pour celle des 180 à 400 T.B. qui voit ses effectifs doubler. Ainsi pouvons nous constater respectivement pour les diverses classes les variations suivantes : -43 % pour la classe I, -25 % pour la classe II, -3,7 % pour la classe III, + 100 % pour la classe IV et - 33,3 % pour la cinquième.

(1) Les statistiques concernant la flotte de pêche belge recensent d'une part les bateaux qui opèrent en mer à partir des ports belges et, d'autre part, les bâtiments moins importants pêchant dans l'Escaut Occidental.

(2) Tableau I : composition de la flotte de pêche belge.

Il apparaît donc que les bateaux de faible tonnage mis hors service sont remplacés par des unités moins nombreuses mais dont le tonnage est plus important et la puissance motrice plus élevée. Ce mouvement se traduit par l'augmentation:

- du tonnage brut moyen par bateau qui était de 79 T.B. en 1971 contre 93 T.B. en 1975.
- de la puissance moyenne par bateau qui passe de 286 chevaux vapeurs effectifs (C.V.E.) en 1971 à 363 C.V.E. en 1975.
- de la puissance moyenne par T.B. qui s'accroît de 7,5% (3).

Mais la mise en service de nouveaux bateaux n'est pas la seule explication de cet accroissement du tonnage et de la puissance. Celle-ci peut aussi être améliorée en modifiant ou en remplaçant le moteur d'un bateau. De ce fait, l'âge d'un navire peut être mesuré soit par celui du moteur, soit par celui de la coque qui ne correspondent plus nécessairement, le deuxième étant souvent supérieur au premier.(4)

En ce qui concerne les capitaux investis (5) dans la flotte, ils ont augmenté de 20% au cours des cinq dernières années. Ces capitaux représentent d'une part l'assurance-corps, c'est-à-dire l'assurance obligatoire sur les bâtiments et d'autre part, l'assurance sur le matériel de pêche. Comme celle-ci n'est pas obligatoire, elle est évaluée au dixième de l'assurance-corps afin de ne pas sousestimer la valeur de la flotte.

La flotte belge est rattachée à quatre ports : Zeebrugge, Ostende, Nieuport et Blankenberge d'où partaient

(3) Rapport sur l'évolution de la flotte de pêche 73-75 et 67-72.

(4) Tableau II : situation en 1975.

(5) Tableau III : évolution des capitaux investis.

respectivement en 1975 : 132,85,36 et 2 bateaux.

Au cours de ces cinq dernières années, chaque port a vu sa flotte diminuer. Mais celle de Zeebrugge représente maintenant à elle seule plus de la moitié de l'ensemble (52% contre 47 en 1971) alors que les autres ont perdu de leur importance, et plus spécialement Nieuport, sans doute parce qu'il s'attache surtout les petites et moyennes unités.

Ce sont les sociétés d'armement qui possèdent la majorité des bateaux de pêche (88%). Celles-ci sont essentiellement des entreprises personnelles ou familiales (E.P.F.), des associations de fait (A.F.), des sociétés de personnes à responsabilité limitée (S.P.R.L.) et des sociétés anonymes (S.A.). Chaque année, les S.P.R.L. prennent de plus en plus d'importance au détriment des autres catégories. En 1975, la situation se présentait comme le montre le tableau IV.

I. Composition de la flotte de pêche belge (1).

	1971	1972	1973	1974	1975
Classe I	65	56	46	42	37
Classe II	90	85	79	73	67
Classe III	134	130	130	135	129
Classe IV	10	10	10	16	20
Classe V	3	3	3	2	2
Total	302	284	268	268	255
B.A. (2)	284	267	248	245	<u>239</u>

(2) Bateaux en activité.

(1) Rapport sur l'évolution de la flotte de pêche 67-72
73-75

(2) Les bateaux enregistrés mais non en activité sont des bâtiments qui soit sont désarmés, soit ne sont plus en exploitation pour une période plus ou moins longue.

II. Situation en 1975 (1).

18,8% des moteurs avaient de 1 à 5 ans.

34,1% " " 6 à 10 ans.

31% " " 11 à 15 ans.

9% des coques avaient de 1 à 5 ans.

20,4% " " 6 à 10 ans.

27,5% " " 11 à 15 ans.

III. Evolution des capitaux investis (2).

	1971	1972	1973	1974	1975
Classe I	88.052	77.288	66.921	65.806	60.578
Classe II	242.440	230.813	228.935	215.360	207.466
Classe III	824.630	831.240	887.583	1011.666	997.961
Classe IV	121.799	122.379	122.984	218.303	325.993
Classe V	79.663	79.663	79.663	48.313	48.313
Total	1356.585	1341.384	1386.087	1559.448	1640.310

en milliers de francs.

IV. Situation en 1975 (3).

E.P.F. : 149 bateaux = 67,12%.

A.F. : 20 " = 9%.

S.P.R.L. : 47 " = 21,17%.

S.A. : 6 " = 2,7%.

(1) (2) (3) Rapport sur l'évolution de la flotte de pêche
73-75.

2. Les prises belges.

L'apport de poissons par les navires belges a diminué en volume de plus de 17% au cours de ces cinq dernières années alors qu'en valeur il accuse une augmentation de 29,6% (1). Ainsi les arrivages de 1974 ont été les plus bas depuis la seconde guerre mondiale avec un total de 38.928 tonnes.

Cette évolution des quantités pêchées s'explique essentiellement par l'appauvrissement des zones de pêche. Car d'une part, l'amélioration du matériel de détection et l'affinement des méthodes de pêche ont permis des prises de plus en plus importantes, voire exagérées durant la fin des années soixantes. Et d'autre part, la pollution des eaux est devenue un problème très grave dans certaines régions comme la Mer du Nord et la Manche.

Des accords internationaux ont été conclus en vue de conserver les équilibres naturels et, de là assurer l'avenir en préservant les niveaux minima des réserves. Ainsi depuis janvier 1975, la Commission de la pêche nord-est atlantique a établi un système de quota qui détermine la quantité maximale des diverses espèces de poissons que les pays membres peuvent capturer respectivement dans chaque fond de pêche (2). Dans un même ordre d'idée, la Communauté Européenne a fixé depuis le 1-1-1977 sa zone de pêche à 200 miles marins dans l'Atlantique et dans la mer du Nord, obligeant ainsi notre flotte à s'adapter à

(1) Tableau V : évolution des prises belges.

(2) §1 "Les captures ou les débarquements à partir de la mer du Nord des quantités suivantes des espèces de poissons désignées ne peuvent être exédés : cabillaud = 14.500 tonnes, aiglefin = 2.250 tonnes, merlan = 3.700 tonnes." Arrêté Royal du 26 mai 1976, paru au Moniteur du 22-6-1976.

la pêche en eaux profondes. Des accords viennent d'être conclus ou seront conclus dans un proche avenir entre la C.E.E. et des pays non membres pour empêcher les pêches abusives de ces pays (U.R.S.S., R.D.A., Pologne) dans les eaux de la Communauté et pour obtenir des droits pour les pêcheurs de la Communauté dans les zones de pêche de ces pays.

Face à la diminution de l'offre par ces différents facteurs, la demande s'est maintenue (1) et s'est même accentuée ces dernières années. L'une des raisons est sans doute l'amélioration du niveau de vie qui a développé une demande vers les produits de qualité (plies, langoustes), les produits "prestigieux" tels que les huîtres et les crustacés. Une autre raison tient au caractère de substitut que présente le poisson par rapport à la viande surtout quand le prix de celle-ci est en forte hausse.

Il en résulte que les prix et donc la valeur des prises ont fortement progressé (2). Le prix moyen du kilo s'est établi selon le tableau VI dans les ports belges et dans les ports étrangers. La différence de prix selon le port de débarquement explique pourquoi certains bateaux belges débarquent leur pêche dans les ports étrangers plutôt qu'en Belgique.

Zeebrugge offre surtout sur le marché les catégories les plus chères (soles, crevettes, langoustines). Le prix moyen de ses apports en 1974 s'est établi à 38F le kilo alors qu'à Ostende, il n'atteignait que 26F et 30 à Nieuport (3).

(1) Consommation de poissons: 6,2 milliards * de F en 1969,
6,4 en 1970, 7,78 en 1971

* à prix courants.

(2) Tableau VII : évolution des indices des quantités, prix et valeurs.

(3) La pêche maritime belge, p3 Bulletin Hebdomadaire n°12
1975, Kredietbank.

V. Evolution des prises belges (1).

Années	Prises débarquées :			
	en Belgique		à l'étranger	
	1.000 Kg	1.000 Fr	1.000 Kg	1.000 Fr
1970	46.392	925.665	236	6.102
1971	50.170	999.749	2.405	57.880
1972	47.202	1.016.415	3.145	81.102
1973	42.240	1.182.236	3.331	101.005
1974	38.200	1.200.000	1.547	45.184

VI. Evolution du prix moyen (2).

	En Belgique	A l'étranger
1970	20 Fr au kg.	25,9
1971	19,9	24,1
1972	21,5	25,8
1973	28	30,3
1974	31,4	29,2

VII. Evolution des indices des quantités, prix, valeurs (1)

	Quantités	Prix	Valeurs
1970	95	158	150
1971	101	161	163
1972	90	184	166
1973	84	230	193

Base : 1962/1964

(1) Statistiques agricoles 1974.

(2) Prix moyens calculés à partir du tableau V.

Les principales espèces de poissons pêchées par les bâtiments belges sont le cabillaud, la plie, la sole, le merlan, la raie et l'aiglefin. "Cela signifie par conséquent que notre flotte ne débarque ni poissons congelés, ni espèces servant à la production de farine de poisson" (1).

Les apports belges ne suffisent pas pour satisfaire la demande nationale. Depuis 1970, les exportations sont d'environ 30.000 tonnes et les importations atteignent les 85.000 tonnes, couvrant les deux tiers des besoins belges (tableau VIII). Ces importations concernent "des poissons frais et congelés, des poissons salés, séchés et fumés, des conserves et des préparations de poissons, crustacés et mollusques" (1).

VIII. Evolution des exportations et des importations (2).

	Importations	Exportations *
1970	85,9	29,4
1971	84,6	30,8
1972	85,9	27,8
1973	79,6	24,2
1974	96	23,8

* Exprimées en milliers de tonnes.

(1) La pêche maritime belge, page 1 Bulletin Hebdomadaire n° 12, 1975, Kredietbank.

(2) Statistiques agricoles 1974.

L'économie belge en 1973, 1974.

3. L'emploi

Les équipages des bateaux comprennent :

- le personnel de machine : motoristes
- le personnel de pont et les spécialistes : patron, second, matelots, mousses, cuisinier, radiotélégraphistes, maître d'équipage.

Le niveau de l'emploi ne cesse de diminuer chaque année (1). De 1971 à 1975, il a ainsi accusé un fléchissement de 15%, avec surtout un recul important entre 1971 et 1972. L'une des premières raisons est sans doute la disparition d'un certain nombre de bateaux non remplacés par la suite. Ainsi l'emploi diminue dans toutes les classes sauf dans la quatrième, présentant donc une évolution parallèle à celle du nombre de navires. De plus, le métier de marin ne semble plus attirer autant les jeunes malgré l'octroi de primes de recrutement. C'est pourquoi un arrêté royal du 20-11-1974 a instauré un fonds des mousses qui a pour but de favoriser l'enrôlement de mousses à bord de bateaux de pêche belge en leur accordant une rémunération calculée par jour de mer (2).

Malgré le perfectionnement des techniques de pêche et du matériel de détection des bancs de poissons, la productivité exprimée en kilos pêchés par homme ne s'est pas améliorée ces dernières années (3). Quant à la V.A.B. aux prix de marché, elle évolue comme le montre le tableau XI.

(1) Tableau IX : évolution de l'emploi.

(2) Paru au Moniteur du 16-1-1976 et 28-11-1974.

(3) Tableau X : évolution de la productivité.

IX. Evolution de l'emploi (1).

	1971	1972	1973	1974	1975
Classe I	184	152	131	110	99
Classe II	332	320	289	251	240
Classe III	648	615	608	629	595
Classe IV	68	71	67	84	118
Classe V	33	31	31	22	20
Total	1265	1189	1126	1096	1072

X. Evolution de la productivité (2).

	Productivité *
1970	36.889
1971	41.561
1972	42.344
1973	40.472
1974	36.266

* Exprimée en kilogs par
membre du personnel.

XI. Evolution de la V.A.B. prix de marché (3).

	1970	1971	1972
- à prix courants	738 *	827	839
- indice sur base 70	100	107	93

* En millions de francs.

(1) Rapport sur l'évolution de la flotte de pêche 67-72
73-75

(2) Productivité calculée à partir des tableaux IX et V.

(3) Bulletin de statistique 1973 , I.N.S.

Chapitre II : Analyse des coûts.

1. Introduction.

Les différents coûts que la recette perçue par un bateau doit couvrir peuvent être regroupés en dix catégories :

- 1)- les frais d'assurance : couvrant d'une part le matériel de pêche, assurance facultative et d'autre part, le bâtiment c'est-à-dire l'assurance-corps qui est obligatoire.
- 2)- les frais de combustible, d'huile.
- 3)- les frais d'équipement tels que ceux couvrant l'achat des filets, de pavillons, du matériel de cuisine,...
- 4)- les frais d'entretien de la coque, du moteur et autres frais d'entretien.
- 5)- les frais dus à l'achat des matières nécessaires à la conservation du produit de la pêche (glace, sel,...).
- 6)- les salaires payés à l'équipage.
- 7)- les charges sociales.
- 8)- les frais occasionnés par l'achat des appareils électriques : radars et autres appareils de détection.
- 9)- les frais de déchargement et de vente.
- 10)- les frais d'assurance représentant un pourcentage fixe de la valeur des prises réalisées (environ 1,27%).

- 4)- Trois de ces catégories de coût à savoir les frais de déchargement et de vente, les salaires et les frais d'assurance couvrant une partie des prises évoluent de façon similaire : ils varient en général dans le même sens que la quantité pêchée et dans une mesure proportionnelle (comme les frais d'assurance) ou plus que proportionnelle. Le coût fixe comprend les autres coûts c'est-à-dire les frais d'entretien, d'assurance du bateau, de combustible, d'huile, de glace, d'appareillage électronique et les charges sociales. (1)
- 9)- les frais de déchargement et de vente
- 10)- les frais d'assurance

(1) Les données concernant ces différents coûts ont été fournis par le Ministère de l'Agriculture.

2. Coût total, coût moyen, coût marginal.

Pour l'ensemble de la flotte, le coût total est croissant (1). La capture de quantités (2) de plus en plus grandes entraîne des frais globaux croissants mais ceux-ci augmentent moins que proportionnellement aux prises effectuées. La courbe théorique du coût total aurait donc une forme concave vers l'axe des quantités.

Dans son ensemble, le coût fixe est lui aussi croissant mais de manière encore moins proportionnelle aux quantités pêchées que ne l'est le coût total. Cela signifie que les frais variables prennent de l'importance avec le poids des prises réalisées et donc avec le tonnage des bateaux.

Deux catégories de bateaux peuvent être distinguées plus particulièrement. D'une part, ceux dont le tonnage varie entre 65 et 80 T.B.(3) et qui relèvent la pente de la courbe du coût total et dans une mesure moindre celle du coût fixe. D'autre part, les navires dont le tonnage est compris entre 90 et 110 T.B.(4) et qui permettent au coût total de croître plus faiblement que la moyenne de la flotte. En ce qui concerne le coût fixe, il conserve une pente très faible dans cette dernière catégorie au fur et à mesure que les quantités de poisson pêchées augmentent.

(1) Le calcul des coûts total, moyen, marginal s'est fait à partir de données concernant les différents coûts d'environ 180 bateaux pour les années 67, 68, 69, 70.

(2) Les quantités pêchées ont été calculées en divisant la recette donnée de chaque bateau par le prix moyen courant payé cette année là pour l'ensemble des prises au niveau national.

(3) (4) Du point de vue de la puissance, ces bateaux correspondent respectivement aux catégories de 150 à 250 C.V. et 300 à 390 C.V.

En effet, il apparaît que chaque année, plus de la moitié des bateaux de 65 à 80 T.B. ont leur coût marginal (1) supérieur au coût moyen. Ce sont eux d'ailleurs qui donnent les coûts les plus élevés par tonne pêchée sur l'ensemble de la flotte, relevant ainsi la pente de la courbe du coût moyen et du coût variable moyen. Par contre, les bateaux de 90 à 110 T.B. ont les coûts marginaux les plus bas de toute la flotte et permettent donc à la courbe du coût moyen et à celle du coût variable moyen de baisser. En 1970, le coût marginal de la tonne de poisson pêchée par un de ces bateaux s'est établi à 17.378F alors que la moyenne de la flotte était de 17.564F et de 18.492F pour les navires de 65 à 80 T.B.

En général, le coût moyen d'une tonne pêchée par un bateau supplémentaire est inférieur au coût moyen de chaque tonne pêchée par l'ensemble formé des navires déjà utilisés et du nouvel équipage. Cette caractéristique d'avoir un coût marginal inférieur au coût moyen (sauf pour les bateaux de 65 à 80 T.B.) et plus spécialement pour ceux de 90 à 110 T.B. traduit le même phénomène que celui constaté au niveau du coût total : cette dernière catégorie aurait des rendements croissants c'est-à-dire que, pêchant des quantités un certain nombre de fois plus grandes que les autres bateaux, les coûts ne se multiplient pas dans la même mesure mais dans une proportion moindre. Par contre, les bateaux dont le tonnage tourne autour de 70 T.B. présenteraient des rendements moins

(1) Le coût moyen représente le coût moyen d'une tonne pêchée.

Le coût marginal calculé est le coût moyen d'une tonne de poisson pêchée par un bateau. La marge est alors un bateau. Voir annexes.

croissants au fur et à mesure que la production augmente, les coûts croissent plus que pour les autres navires, tout en restant moins que proportionnels.

Une analyse de variance avec un seul critère de classification portant sur les coûts marginaux de chaque bateau de 65 à -80 T.B. et de 90 à -110 T.B. montre que ces coûts ont des moyennes significativement différentes trois années sur quatre pour un $\alpha = 0,05$. Devant rejeter l'hypothèse nulle de moyennes identiques, il faut donc admettre pour ces années que les différences entre les moyennes ne sont pas dues au hasard mais que les coûts des tonnages compris entre 90 et 110 T.B. sont systématiquement inférieurs d'environ 1.000F à la tonne à ceux de 65 à -80 T.B.(1).

(1) Voir annexes II.

3. Structure des coûts. (1)

A. Coûts variables.

De 1967 à 1970, les coûts variables ont représenté pour la flotte une proportion quasi constante du coût total (51,8% en 67, 48,6% en 68, 52,6% en 69 et 51,6% en 70) ainsi que du produit (45,5% en 67 et 68, 46,4% en 69, 45,4% en 70).

La part des coûts variables dans le coût total est légèrement décroissante d'une classe de tonnage à l'autre. Ainsi, c'est pour les bateaux de plus de 400 T.B. que le rapport C.V./C.T. est le plus faible chaque année mais il est le plus grand pour ceux de 90 à - 100 T.B. (53,7%). De même, le coût variable constitue par rapport au produit de la pêche un pourcentage légèrement décroissant au fur et à mesure que le tonnage augmente.

Classes	C.V./P. *	C.V./C.T.
0 à - 35 T.B.	48,9 %	47 %
35 à - 70 T.B.	46,8 %	52 %
70 à - 180 T.B.	46 %	51 %
180 à - 400 T.B.	44,8 %	50,8 %
+ de 400 T.B.	40,2 %	46,3 %

* P = Produit.

- Les salaires.

Ce poste est le plus important puisqu'il représente 38,7 % du coût total et 75,9 % du coût variable. La masse salariale payée est restée sensiblement identique durant

(1) Tableaux pages II.7, II.8, II.9, II.10.

(2) Ces pourcentages sont des moyennes calculées sur les quatre années considérées.

Importance des coûts dans le coût total.

1967.						
	0-35 TB	35-70	70-180	180-400	+400	Flotte
Assurance (1)	5 %	4,1	4	5	7,6	4,3
Entretien	17,9	9,8	11	11,9	6,1	10,4
Equipement	6,3	5	5,9	6,3	5,1	5,6
Glace	0,7	3,1	2,9	3,1	3,7	3
Combustible	8,9	10,6	12	13,3	15,4	11,9
Charges sociales	7,7	9,1	7,6	12,6	15,1	8,8
Appareils élec- triques	4	5	4	2,5	2,7	4,1
Déchargement	4,5	10,3	12,2	10,3	11,4	11,5
Salaires	43,9	41,4	39	33,8	31,6	38,9
Assurance (2)	1,2	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4
Coût fixe	50,3	46,9	47,3	54,5	55,6	48,2
Coût variable	49,7	53,1	52,7	45,5	44,4	51,8
Coût total	100	100	100	100	100	100
Produit						
Bénéfice brut						

Importance des coûts dans la recette.

1967.

	0-35 TB	35-70	70-180	180-400	+400	Flotte
Assurance	5,1	3,6	3,5	4,4	6,7	3,8
Entretien	18,3	8,6	9,6	10,4	5,4	9,1
Equipement	6,4	4,4	5,1	5,5	4,5	4,9
Glace	0,8	2,7	2,6	2,7	3,3	2,7
Combustible	9,1	9,4	10,5	11,6	13,5	10,4
Charges sociales	7,9	8	6,7	11	13,3	7,8
Appareils élec- triques.	4,1	4,4	3,5	2,2	2,4	3,6
Déchargement	4,6	9,1	10,7	9,1	10	10,1
Salaires	45	36	34	29	28	34,1
Assurance	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Coût fixe	51,6	41,2	41,4	47,9	49,1	42,3
Coût variable	50,9	46,8	46,2	39,9	39,1	45,5
Coût total	102,5	88	87,6	87,8	88,2	87,8
Recette	100	100	100	100	100	100
Bénéfice brut	-2,5	12	12,4	12,2	11,8	12,2

Importance des coûts dans le coût total.

	1968					
	0-35 TB	35-70	70-180	180-400	+400	Flotte
Assurance (1)	14	4,5	4,3	5,8	5,5	4,6
Entretien	17,4	9,3	9,5	11,8	9,2	9,6
Equipement	4,6	4,9	5,4	7	6	5,4
Glace	1,8	3,2	2,8	3,5	3,9	3
Combustible	8,4	12,5	12,3	15,9	13,9	12,6
Charges sociales	8,2	8,6	6,7	6,8	16,5	7,7
Appareils élec- triques	3,8	5,4	10,9	2,9	3,2	8,7
Déchargement	4,8	9	10,1	10,8	11,2	9,9
Salaires	35,2	41	36	33,4	28,6	36,6
Assurance (2)	1,9	2,1	2	2,1	1,9	2
Coût fixe	58,2	47,9	52	53,7	58,3	51,4
Coût variable	41,8	52,1	48	46,3	41,7	48,6
Coût total	100	100	100	100	100	100

Importance des coûts dans la recette.

	1968					
	0-35 TB	35-70	70-180	180-400	+400	Flotte
Assurance (1)	14,3	4	4,2	5,1	5,3	4,3
Entretien	17,9	8,4	9,1	10,5	8,9	9
Equipement	4,8	4,4	5,1	6,2	5,8	5
Glace	1,8	2,9	2,7	3,1	3,8	2,8
Combustible	8,6	10,9	11,8	14,2	13,4	11,8
Charges sociales	8,4	7,8	6,4	6	15,9	7,2
Appareils élec- triques	3,9	4,9	10,4	2,6	3,1	8,1
Déchargement	4,9	8,1	9,7	9,6	10,8	9,3
Salaires	36	37	34,3	29	27,5	34,4
Assurance (2)	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Coût fixe	59,7	43,2	49,6	47,7	56,2	48,2
Coût variable	42,9	46,9	45,9	40,5	40,2	45,5
Coût total	102,6	90,1	95,5	88,2	96,3	93,8
Bénéfice brut	-2,6	9,8	4,5	11,8	3,7	6,2

Importance des coûts dans le coût total.

	1969					
	0-35 TB	35-70	70-180	180-400	+400	Flotte
Assurance (1)	4,7	5	4,8	5,7	7,7	5
Entretien	19,9	9,2	10	10,6	9	9,8
Equipement	4,6	4,8	4,6	5,9	4,1	5,3
Glace	1,4	3,1	3,9	3,5	3,4	3
Combustible	14,1	11,1	12,2	14,7	14,7	12,1
Charges sociales	10,2	9	7,1	6,5	9,3	7,6
Appareils élec- triques	7,5	5,8	4,5	3,2	2	4,6
Déchargement	4,1	8,8	10,7	14,9	11,4	10,5
Salaires	31,9	41,2	40,8	32,6	36	39,9
Assurance	1,7	2,1	2,1	2,3	2,3	2,1
Coût fixe	62,3	47,9	47,1	50,2	50,3	47,4
Coût variable	37,7	52,1	52,9	49,8	49,7	52,6

Importance des coûts dans la recette.

	1969					
	0-35 TB	35-70	70-180	180-400	+400	Flotte
Assurance	5,2	4,5	4,2	4,6	6,2	4,4
Entretien	22,2	8,2	8,8	8,6	7,2	8,6
Equipement	5,1	4,3	4	4,8	3,3	4,6
Glace	1,5	2,8	2,6	2,8	2,7	2,7
Combustible	15,8	10	10,8	12	11,8	10,7
Charges sociales	11,4	8,1	6,3	5,3	7,5	6,7
Appareils élec- triques	8,4	5,3	4	2,6	1,6	4,1
Déchargement	4,6	7,9	9,5	12	9,2	9,3
Salaires	35,6	37	36	26,4	28,5	35,2
Assurance	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Coût fixe	69,6	43,1	41,9	40,7	40,4	41,9
Coût variable	42	46,8	47,5	40,3	40	46,4
Coût total	111,6	89,8	89,4	81	80,4	88,2
Bénéfice brut	-11,6	10,2	10,6	19	19,6	11,8

Importance des coûts dans le coût total.

	1970					
	0-35 TB	35-70	70-180	180-400	+400	Flotte
Assurance	5,4	5,4	4,5	4,8	6,8	4,9
Entretien	13,7	8,6	10,3	14,4	8,9	9,9
Equipement	5,7	4,6	5,9	5,3	5,3	5,5
Glace	0,7	2,7	2,6	2,5	3,1	2,7
Combustible	8,5	11,3	12	12	14	11,9
Charges sociales	7,7	11	8,4	7	8,7	8,9
Appareils élec- triques	3	6	4,4	2,8	1,8	4,6
Déchargement	7,6	8,4	9,8	12,3	12,8	9,7
Salaires	45,6	40,6	40	36,7	36,3	29,4
Assurance	1,8	1,4	2,1	2,4	2,3	2
Coût fixe	45	49,6	48	48,7	48,5	48,4
Coût variable	55,1	50,4	52	51,3	51,5	51,6

Importance des coûts dans la recette.

	1970					
	0-35 TB	35-70	70-180	180-400	+400	Flotte
Assurance	5,5	5	3,9	3,8	5,5	4,3
Entretien	13,9	7,9	9	11,4	7,2	8,7
Equipement	5,8	4,2	5,1	4,2	4,3	4,9
Grace	0,7	2,5	2,3	2	2,5	2,4
Combustible	8,7	10,5	10,6	9,4	11,3	10,5
Charges sociales	7,8	10,1	7,3	5,5	7	7,9
Appareils élec- triques	3	5,5	3,9	2,2	1,5	4
Déchargement	7,8	7,7	8,6	9,7	10,4	8,6
Salaires	46,3	37,4	35,1	28,9	29,4	35,1
Assurance	1,9	1,3	1,9	1,9	1,9	1,8
Coût fixe	45,6	45,7	42,1	38,5	39,3	42,6
Coût variable	55,9	46,4	45,6	40,5	41,5	45,4
Coût total	101,5	92,1	87,7	78,9	80,9	88
Bénéfice brut	-1,5	7,9	12,3	21,1	19,1	12

les quatre années étudiées pour l'ensemble de la flotte. Par contre, elle varie avec le tonnage des bateaux : la part des salaires dans le coût total est sensiblement moins importante pour les bateaux de fort tonnage que pour ceux de tonnage plus faible.

Classes	S./P.	S./C.T.
0 à - 35 T.B.	41,5 %	39,8 %
35 à - 70 T.B.	36,9 %	41,1 %
70 à - 180 T.B.	34,7 %	38,6 %
180 à - 400 T.B.	32,4 %	37,1 %
+ de 400 T.B.	28,4 %	32,7 %

De même, le rapport masse salariale / produit de la pêche est une relation inverse du tonnage. Or, le nombre d'hommes enrôlés et leur revenu moyen augmentent avec le nombre de tonneaux (1). Cela laisse supposer que la part des salaires croît moins que proportionnellement par rapport au produit de la pêche des différentes classes. Les pêcheurs

(1)

Classes	* Revenu moyen	Personnel par bateau
0 à - 35 T.B.	222.886 Fr	2,8
35 à - 70 T.B.	264.715 Fr	3,7
70 à - 180 T.B.	432.906 Fr	4,7
180 à - 400 T.B.	590.388 Fr	6,7
+ de 400 T.B.	502.943 Fr	10,3

* Situation en 1973. Statistiques agricoles 1975, page 126.

bénéficient donc moins d'une augmentation du produit brut s'ils travaillent sur des bateaux de gros tonnage plutôt que sur des petits.

- Les frais de déchargement et de vente.

Représentant environ 20 % du coût variable et 10 % du coût total, ce poste est le troisième par ordre d'importance et est une fonction croissante du tonnage. Cette évolution s'explique sans doute par le fait que les quantités pêchées dépendent elles-mêmes de l'importance des navires et qu'elles déterminent partiellement le niveau de ces frais.

Classes	D./C.T.
0 à - 35 T.B.	5,5 %
35 à - 70 T.B.	9,2 %
70 à - 180 T.B.	10,6 %
180 à - 400 T.B.	11,6 %
+ de 400 T.B.	11,7 %

En somme, lorsque le tonnage augmente, la part des frais de déchargement et de vente croît alors que celle des salaires diminue et que celle de l'assurance sur le produit de la pêche reste stable. C'est le mouvement des salaires qui l'emporte finalement en donnant un coût variable légèrement croissant.

B. Coûts fixes.

La part des coûts fixes dans le coût total est seulement un peu plus importante pour les bateaux de très faible ou de très gros tonnage que pour ceux de tonnages moyens, mais elle est toujours la plus petite pour les 90 à - 110 T.B. (1) (46,6 % dans le coût total; 39,9 % dans le produit).

Classes	C.F./C.T.	C.F./P.
0 à - 35 T.B.	53 %	55,1 %
35 à - 70 T.B.	48 %	43,1 %
70 à - 180 T.B.	49 %	44 %
180 à - 400 T.B.	49,2 %	42,6 %
+ de 400 T.B.	53,7 %	46,6 %

Les postes les plus conséquents parmi les différents coûts fixes sont ceux qui concernent les rubriques "carburant, huile" et "entretien".

- Combustible : ces coûts représentent 10% environ du coût total pour l'ensemble de la flotte et sont légèrement croissants avec le tonnage. L'augmentation du prix du carburant au cours de ces dernières années a encore accru l'importance de ce poste. Ainsi, alors que de 1967 à 1973 les dépenses en carburant des bateaux de 70 à -180 T.B. étaient de 12% par rapport au coût total et 10% par rapport au produit de la pêche, ces

(1) Tableaux pages 14 et 15

Bateaux de 65 à moins 80 T.B.

	1967		1968		1969		1970	
	(1)	(2)						
Assurance	3,9	3,4	4,4	3,8	4,8	4,4	5,6	5,2
Entretien	12,2	10,9	10	8,8	9,9	9,1	9,6	8,9
Equipement	4,8	4,3	5,2	4,6	4,5	4,1	5,2	4,8
Glace	3,4	3	3,3	2,9	3,5	3,2	3	2,8
Combustible	11,6	10,3	13,1	11,5	12,2	11,2	11,8	10,9
Charges sociales	8,3	7,3	7,3	6,4	8,4	7,7	9,7	9
Appareils élec- triques	4,7	4,2	4,8	4,2	5,2	4,8	4,8	4,4
Déchargement	10,4	9,2	9,3	8,2	9,4	8,7	8,8	8,1
Salaires	39,2	34,8	40,4	35,4	40	36,8	39,5	36,6
Assurance	1,4	1,3	2,1	1,8	2	1,9	2	1,9
Coût fixe	49	43,5	48,2	42,2	48,5	44,6	49,7	46
Coût variable	51	45,3	51,8	45,5	51,5	47,3	50,3	46,7
Coût total		88,8		87,7		91,9		92,7
Bénéfice brut		11,2		12,3		8,1		7,3

(1) : C./C.T.

(2) : C./Recette

Bateaux de 90 à moins 110 T.B.

	1967		1968		1969		1970	
Assurance	3,9	3,3	4,6	4	4,7	4	4,5	3,9
Entretien	9,5	7,9	9,3	8,1	9,9	8,6	10	8,7
Equipement	6,1	5,1	6,1	5,3	5,5	4,8	5,9	5,2
Glace	2,6	2,1	2,7	2,3	2,8	2,5	2,5	2,2
Combustible	11,3	9,4	12,6	10,9	12	10,4	12	10,4
Charges sociales	7	5,9	6,7	5,9	6,7	5,8	8,4	7,3
Appareils élec- triques	3,9	3,2	4,5	3,9	4,6	4	4,5	3,9
Déchargement	13,3	11,1	11,4	9,9	10,6	9,2	9,8	8,5
Salaires	40,9	34,2	40	34,8	41	35,5	40,3	35,1
Assurance	1,5	1,3	2,2	1,9	2,2	1,9	2,1	1,9
Coût fixe	44,3	37	46,5	40,4	46,3	40,1	47,7	41,6
Coût variable	55,7	46,5	53,5	46,6	53,7	46,6	52,3	45,5
Coût total		83,5		87		86,7		87,1
Bénéfice brut		16,5		13		13,3		12,9

proportions sont passées en 1974 à 15,7% et 14,3% (1). Il en résulte une diminution du bénéfice brut de 5,6% de 1973 à 1974.

"Afin d'obvier aux difficultés résultant de la hausse des prix du gazoil, il a été octroyé à partir du 1-4-1974 un subside qui, pour l'instant et jusqu'en décembre 1975, est de 0,50F par litre." (2)

- Entretien : les dépenses d'entretien interviennent pour 10% dans le coût total et 8,9% du produit de la pêche. Elles ne semblent pas être proportionnelles au tonnage mais sont très élevées pour les bâtiments de moins de 35 T.B.
- Chacun des autres coûts fixes varie très peu d'une classe à l'autre mais globalement, ils sont croissants.

C. Coût total.

Le coût total est chaque année supérieur au produit pour les bateaux de moins de 35 T.B. Pour les autres, il représente en moyenne de 80 à plus de 90% de la recette brute. Cette proportion est de plus en plus faible au fur et à mesure que le nombre de tonneaux augmente. Autrement dit, les coûts croissent moins que proportionnellement à la quantité pêchée.

Les principaux coûts qui interviennent quelle que soit la catégorie sont respectivement les salaires, le combustible, les frais de déchargement et l'entretien représentant globalement 75% du coût total.

(1) Statistiques agricoles p 128 n° 5

(2) Statistiques agricoles p 126 n° 5

Il est possible de voir maintenant ce qui caractérise les deux classes de tonnage qui ont chacune un coût moyen à la tonne significativement différent de la moyenne de la flotte, en comparant leur structure de coûts à celle de l'ensemble de la flotte.

Pour les bateaux de 65 à -80 T.B. qui représentent 15% de la flotte, les coûts se répartissent de la même façon que pour la flotte en général. Autrement dit, les coûts les plus importants restent les mêmes et dans le même ordre (salaires, combustible, entretien, déchargement et vente). Mais chacun d'eux s'attribue une part égale ou légèrement supérieure du produit de la pêche, sauf en ce qui concerne l'équipement et les frais de déchargement. Le cumul de ces petites différences fait que le rapport coût total / produit réalisé est plus élevé pour ces navires que pour n'importe quel autre tonnage et donne un coût maximum à la tonne.

Les navires de 90 à moins de 110 T.B. sont ceux pour lesquels les coûts fixes représentent la plus petite partie du coût total et donc les coûts variables la plus forte de toute la flotte. Les frais de déchargement, de main-d'oeuvre, d'assurance sur le produit de la pêche, et les frais d'équipement qu'ils enregistrent, constituent un pourcentage supérieur du produit par rapport aux autres catégories. Tous les frais fixes sont plus faibles que la moyenne.

Il est à remarquer que pour les deux classes envisagées, les frais d'équipement se comportent de la même façon que les frais de déchargement qui eux-mêmes dépendent de la quantité pêchée.

D. Rendement.

La différence entre la valeur de la pêche réalisée et le coût total détermine le rendement du bateau.

Ce bénéfice doit être qualifié de brut puisqu'il ne tient pas compte des amortissements et des charges financières.

Le taux de rendement brut défini comme le rapport du bénéfice brut au produit augmente avec le tonnage des bateaux.

Classes	Taux de rendement brut
0 à - 35 T.B.	-4 %
35 à - 70 T.B.	10,1 %
70 à - 180 T.B.	10,2 %
180 à - 400 T.B.	15,3 %
+ de 400 T.B.	12,8 %

Les deux catégories les plus rentables (plus de 180 T.B.) ne représentent au maximum que 5% de la flotte. La plus intéressante à étudier est donc celle de 70 à moins de 180 T.B. qui est beaucoup plus représentative de la flotte de par son importance. Celle-ci recouvre à la fois, les bateaux qui ont les coûts à la tonne les plus bas et ceux qui ont les coûts les plus élevés de la flotte, c'est-à-dire ceux de 65 à moins de 80 T.B. et de 90 à moins de 110 T.B. Leurs taux de rendement, qui sont en moyenne sur les quatre années considérées, respectivement de 9,8% et 13,8% sont donc très différents.

Une analyse de variance (1) portant sur ces séries de taux de rendement montre que ceux des 90 à moins de 110 TB

(1) Voir annexes.

sont systématiquement supérieurs à ceux de 65 à moins de 80 T.B. L'hypothèse nulle selon laquelle les moyennes seraient identiques est à rejeter chaque année pour un $\alpha = 0,01$. Les différences entre ces deux classes ne seraient donc pas dues au hasard. Cela confirme la première analyse de variance faite sur les coûts marginaux.

Par contre, le même test effectué entre les navires de 90 à moins de 110 T.B. et de plus de 180 T.B. spécifie trois fois sur les quatre années que les différences sont aléatoires avec $\alpha = 0,05$. Les échantillons seraient donc issus de la même population. Mais dans ce cas, se pose un problème d'échantillonnage puisque la flotte de plus de 180 T.B. ne compte au maximum que 10 bateaux.

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la rentabilité nette des bateaux par rapport au capital investi durant les années considérées dans l'analyse de variance (1967, 68, 69,70) et jusqu'en 1972. La catégorie qui paraît la plus rentable est celle des 70 à 120 T.B. jusqu'en 69, des 70 à 180 T.B. ensuite. Leur rentabilité est positive et croît pendant les trois dernières années. Ces chiffres viennent en partie corroborer les résultats de l'analyse de variance.

Rentabilité nette.

Classes	1967	1968	1969
0 à - 30 T.B.	-1,28	-1,75	-1,44
30 à - 70 T.B.	0,19	-0,53	-1,33
70 à - 120 T.B.	1,92	-0,46	0,04
120 à - 400 T.B.(1)	-3,44	-3,85	-4,77
120 à - 400 T.B.(2)	-2,35	-1,05	0,04
+ de 400 T.B.	-3,12	-4,93	1,03

(1) Bateaux naviguant en mer du Nord.

(2) Bateaux naviguant en mer d'Islande.

Rentabilité nette (1) (suite).

Classes	1970	1971	1972
0 à - 35 T.B.	-1,91	-2,49	-3,27
35 à - 70 T.B.	-1,93	0,43	-0,44
70 à - 180 T.B.	1,11	1,73	2,24
180 à - 400 T.B.	-0,54	-1,56	2,71
+ de 400 T.B.	0,45	-1,08	-0,47

- (1) "Ces données ont été obtenues en calculant les amortissements en fonction de la valeur de remplacement du navire et en échelonnant ceux-ci sur 15 ans. Ce dernier terme constitue la durée de vie normale du moteur, lequel représente environ un tiers du prix d'achat d'un navire. Moyennant un entretien suffisant et un nouveau moteur, la coque peut encore servir pendant une dizaine d'années. Les emprunts contractés en vue de financer l'achat d'un bateau doivent également être remboursés en 15 ans. Le tableau reproduit le bénéfice net par rapport au capital investi après imputation de ces amortissements substantiels."
- "La pêche maritime" Bulletin hebdomadaire n°12 p3, Kredietbank 21 mars 1975.

En somme, il apparaît que :

- le secteur de la pêche maritime bénéficie de coûts décroissants par rapport aux quantités pêchées.
- les coûts les plus importants sont les salaires, le carburant, les frais de déchargement et de vente, et l'entretien. Ils représentent la plus grande partie du coût total pour les bateaux dont le rendement brut est le plus élevé.
- les bateaux de 90 à moins de 110 T.B. (qui représentent plus de 20% de la flotte) ont les coûts à la tonne les plus bas, les taux de rendement brut et net les plus élevés de la flotte.
- les bâtiments de 65 à moins de 80.T.B. (15% de la flotte) ont les coûts à la tonne parmi les plus élevés et les taux de rendement parmi les plus bas.

Chapitre III : Relation entre coût total, puissance et tonnage.

Le but de l'analyse qui va suivre est d'essayer d'expliquer l'ensemble des coûts annuels enregistrés par un bateau en fonction de deux de ses caractéristiques techniques, c'est-à-dire son tonnage et sa puissance motrice. (1)

La variable endogène considérée est le coût total annuel par bateau. Ce coût a été divisé par le nombre de journées passées en mer afin d'avoir des observations comparables car certains bâtiments ont été mis en cale sèche pendant un certain temps alors que d'autres sont restés en activité tout au long de la période considérée.

Les deux variables explicatives sont d'une part le tonnage exprimé en tonneaux bruts (T.B.) et d'autre part, la puissance dont l'unité est le cheval vapeur effectif (CVE)

1- Relation coût total-puissance.

A- L'ajustement linéaire qui exprime la relation coût total-puissance donne les résultats suivants :

$$\begin{array}{lll} \text{C.T.} = 4,8976 + 0,02788 (\text{P.K.}) & R = 0,852 & (2) \\ (0,22) & (0,0006) & R^2 = 0,726 \\ & & R^2_{\text{corrigé}} = 0,7257 \end{array}$$

Les paramètres de l'équation semblent significatifs puisque les valeurs calculées des variables de Student (22,3 et 44) sont nettement supérieures à la valeur

(1) Ces données ont été fournies par le Ministère de l'Agriculture.

(2) Ces résultats sont obtenus à partir du programme d'informatique R.L.V.L.

théorique (2,58 pour $\alpha = 0,05$ et $n > 120$).

Les variations de la puissance des bateaux expliquent 72,5% des variations du coût total.

La correction apportée au coefficient de détermination est très faible car la régression porte sur 732 observations (1).

Chaque estimation du coût total journalier est composé de deux éléments :

- 1) Le paramètre $\hat{\alpha} = 4,898$ qui représente la partie fixe du coût total en ce sens qu'elle ne varie pas avec la variable explicative P.K.
- 2) Le paramètre $\hat{\beta} = 0,028$ qui mesure la sensibilité du coût total journalier par rapport à la puissance. Les variations de celle-ci exercent donc un effet de même sens sur le coût total, effet qui est cependant amorti très fort par la valeur de $\hat{\beta}$.

La valeur observée du coefficient de Durbin-Watson (1,179) est inférieure à la valeur théorique (1,86 et un niveau de signification de 5%) pour une variable explicative et décèle ainsi une autocorrélation positive des résidus. Autrement dit, ceux-ci contiennent encore une partie systématique. La première transformation des variables en termes de différences selon la méthode de Durbin-Watson :

$$C.T._t - 0,41 C.T._{t-1}$$

$$P.K._t - 0,41 P.K._{t-1}$$

suffit pour obtenir un test significatif.

L'équation alors obtenue est la suivante :

$$C.T. = 3,3845 + 0,02512 P.K.$$

$$(0,1751) (0,00081)$$

$$R = 0,754$$

$$R^2 = 0,5692$$

$$R^2_{\text{corrigé}} = 0,5686$$

(1) Correction de R^2 : $1 - (1 - 0,72612) \cdot \frac{731}{730}$

Cet ajustement linéaire permet donc d'éliminer l'auto-corrélation et d'obtenir une valeur observée du coefficient de Durbin-Watson plus élevée que la valeur théorique (2,091 contre 1,86). Mais cette fois, l'équation n'explique plus que 57% des variations du coût total par la puissance. En ce qui concerne les deux paramètres $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}$, les tests de Student effectués sur eux montrent qu'ils sont toujours significatifs (31 et 19). Il est à remarquer que $\hat{\beta}$ reste sensiblement le même dans les deux cas.

B- L'équation exprimant la même relation mais en prenant le logarithme décimal des deux séries observations est la suivante :

$$\begin{aligned} \log (\text{C.T.}) &= -0,67674 + 0,72735 \log (\text{P.K.}) & R &= 0,847 \\ & (0,04108) \quad (0,0169) & R^2 &= 0,7174 \\ & & R_C^2 &= 0,7171 \end{aligned}$$

Les paramètres sont encore valables, comme le montrent les valeurs des variables de Student :

-16,5 pour $\hat{\alpha}$; 43,1 pour $\hat{\beta}$.

Par rapport à la première formulation, les variations de la variable exogène P.K. n'expliquent que 1% en moins des variations du coût total. Quant à la valeur du coefficient de Durbin-Watson, elle est légèrement supérieure, pas assez toutefois pour dépasser la valeur théorique.

Après transformation des variables, l'équation devient :

$$\begin{aligned} \log (\text{C.T.}) &= 0,38604 + 0,67129 \log (\text{P.K.}) & R &= 0,776 \\ & (0,035) \quad (0,02) & R^2 &= 0,602 \\ & & R_C^2 &= 0,601 \end{aligned}$$

Les paramètres $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}$ sont significatifs (t vaut respectivement 11 et 33) tandis que la valeur observée du coefficient de Durbin-Watson est supérieure à la valeur théorique. Par contre, l'élimination de l'autocorrélation fait diminuer le coefficient de détermination.

C- La troisième régression analysée estime le coût total journalier à partir de la puissance, la valeur de celle-ci ayant pour exposant la fraction $2/3$.

Voici les résultats obtenus dans ce cas :

$$\begin{aligned} \text{C.T.} &= -0,7692 + 0,32224 (\text{P.K.})^{2/3} & R &= 0,864 \\ & (0,3198) \quad (0,00694) & R^2 &= 0,7471 \\ & & R^2_c &= 0,7467 \end{aligned}$$

Les tests de Student effectués sur les paramètres $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}$ laissent supposer que ceux-ci sont valables à un niveau de signification de 0,01 pour $\hat{\alpha}$ et 0,005 pour $\hat{\beta}$ (respectivement 2,4 et 46,4).

Par cet ajustement, 75% des variations du coût total journalier sont expliqués par les variations de la puissance. C'est le maximum obtenu jusqu'à présent.

Cette régression pourrait être la meilleure mais la valeur observée du coefficient de Durbin-Watson (1,31) laisse supposer que les termes d'erreur contiennent encore une partie systématique qui pourrait être éliminée sans doute par l'introduction de nouvelles variables explicatives. La première transformation donne l'équation :

$$\begin{aligned} \text{C.T.} &= 0,26597 + 0,29542 (\text{P.K.})^{2/3} & R &= 0,786 \\ & (0,2656) \quad (0,00862) & R^2 &= 0,6171 \\ & & R^2_c &= 0,6165 \end{aligned}$$

Dans ce cas, les variations du nombre de P.K. n'expliquent plus que 62% de celles du coût total puisque cette valeur du R^2 est le rapport entre la variance du coût total journalier expliquée par l'exogène et sa variance totale.

Le test de Student effectué sur le paramètre $\hat{\alpha} = 0,266$ indique que celui-ci n'est pas significatif à un niveau de signification = 0,1 (t observé = 1, t théorique = 1,28). Il subsiste donc un doute à son sujet. Par contre, $\hat{\beta}$ est très significatif quel que soit le niveau de signification (t observé = 34).

La sensibilité du coût total journalier par rapport aux variations de la puissance ($\hat{\beta} = 0,295$) est fortement diminuée par l'exposant $2/3$. Ainsi pour un accroissement de 100 P.K., le coût total augmentera de 6,954. Notons encore que la valeur de ce paramètre n'a pas été réellement affectée par la transformation.

2- Relation coût total-tonnage.

A. La première régression prend les observations des deux variables telles quelles :

$$\begin{array}{lll} \text{C.T.} = 7,12405 + 0,06712 \text{ T.B.} & R = 0,808 \\ (0,2068) & (0,0018) & R^2 = 0,653 \\ & & R_c^2 = 0,652 \end{array}$$

Les tests de Student sont très significatifs pour les deux paramètres à un niveau de signification de 0,005 (34,4 pour $\hat{\alpha}$; 37 pour $\hat{\beta}$).

Les variations du tonnage expliquent 65% des variations du coût total. Le coût total semble plus sensible au nombre de tonnes qu'à la puissance (7% au lieu de 3%).

La valeur du coefficient de Durbin-Watson nous oblige à rejeter l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation (0,92) et indique une autocorrélation positive.

Deux transformations des variables sont nécessaires pour l'éliminer.

$$\begin{aligned} \text{C.T.} &= 3,86821 + 0,06499 \text{ T.B.} & R &= 0,6976 \\ & (0,1588) \quad (0,00247) & R^2 &= 0,486 \\ & & R_c^2 &= 0,4859 \end{aligned}$$

Cette fois la valeur du coefficient de Durbin-Watson est significative pour un niveau de signification de 0,05. Les paramètres de l'équation sont valables avec des valeurs observées de la variable t égales à 26,3 pour $\hat{\alpha}$ et 24,3 pour $\hat{\beta}$. Mais comme dans les autres régressions, la diminution de l'autocorrélation s'accompagne d'une diminution de la qualité de l'ajustement.

B. Si on exprime cette même relation en prenant les logarithmes décimaux des observations, on obtient l'équation suivante :

$$\begin{aligned} \log (\text{C.T.}) &= -0,21633 + 0,68712 \log (\text{T.B.}) \\ & (0,031) \quad (0,01625) & R &= 0,8426 \\ & & R^2 &= 0,70998 \\ & & R_c^2 &= 0,70959 \end{aligned}$$

L'ajustement par les logarithmes décimaux est meilleur que celui où l'on prend les observations brutes. Les paramètres $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}$ sont toujours très significatifs (respectivement -7 et 42 pour les valeurs observées de leur variable t).

En ce qui concerne la valeur observée du coefficient de Durbin-Watson, elle est trop faible pour rejeter l'hypothèse de non-autocorrélation. Deux transformations des variables sont nécessaires pour que le rejet soit possible.

$$\begin{aligned} \log (\text{C.T.}) &= -0,14385 + 0,69077 \log (\text{T.B.}) \\ & (0,0276) \quad (0,0224) & R &= 0,753 \\ & & R^2 &= 0,5663 \quad R_c^2 = 0,5658 \end{aligned}$$

Cet ajustement fait diminuer le coefficient de détermination, n'expliquant plus que 57% des variations du C.T. Les paramètres de l'équation sont significatifs avec des valeurs observées de la variable t égales à -5 pour $\hat{\alpha}$ et 31 pour $\hat{\beta}$. Quant au coefficient de Durbin-Watson, il est ainsi légèrement supérieur à la valeur théorique (2,13).

C. Le dernier ajustement donne les résultats suivants :

$$\begin{aligned} \text{C.T.} &= 1,60337 + 0,59665 (\text{T.B.})^{2/3} & R &= 0,849 \\ & (0,29042) (0,01375) & R^2 &= 0,721 \\ & & R_c^2 &= 0,720 \end{aligned}$$

Comme avec la puissance, c'est la relation qui relie le coût total au nombre de tonneaux élevé à la puissance $2/3$ qui est la meilleure.

D'après les tests de Student, les deux paramètres $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}$ sont bons (t observé = 5,5 pour $\hat{\alpha}$ et 43,3 pour $\hat{\beta}$). La sensibilité du coût total journalier montrée par $\hat{\beta}$ semble importante mais en fait l'exposant $2/3$ diminue de beaucoup l'impulsion initiale du tonnage supplémentaire. Par exemple, un accroissement initial de 100 T.B. donne en réaction une variation du coût total = $0,59665 \cdot 21,58 = 12,88$. Le tonnage explique en fait 72% des variations du coût total.

La faiblesse du coefficient de Durbin-Watson (1,11) rend nécessaires deux transformations successives des variables pour éliminer l'autocorrélation :

$$\begin{aligned} \text{C.T.} &= 1,049 + 0,5922 (\text{T.B.})^{2/3} & R &= 0,767 \\ & (0,24287) (0,01836) & R^2 &= 0,588 \\ & & R_c^2 &= 0,5877 \end{aligned}$$

La sensibilité du coût total par rapport aux variations du tonnage est, à peu de choses près la même

qu'avant les transformations. $\hat{\beta}$ et $\hat{\alpha}$ sont significatifs quel que soit le niveau de signification. Mais à nouveau, les transformations donnent un ajustement qui est moins bon.

Au terme de cette analyse, plusieurs constatations peuvent être faites :

- 1- Que la variable explicative soit le tonnage ou la puissance, la meilleure régression (c'est-à-dire la relation qui explique le plus de variations du coût total) est celle qui prend cette variable élevée à la puissance $2/3$.
 - 2- Cet ajustement a toujours une autocorrélation significative qui peut avoir différentes origines. "Par exemple, dans le cas où la spécification mathématique est inexacte, c'est-à-dire, au lieu d'admettre une fonction non linéaire, on s'est borné à une droite." (...) "Il se peut également que le terme résiduel contienne encore une variable explicative négligée dans le modèle, laquelle est prépondérante et sujette à de l'autocorrélation. Les erreurs dans les observations peuvent également engendrer de l'autocorrélation." (1)
- Notons pour l'interprétation des résultats que si la présence d'autocorrélation ne biaise pas les estimateurs $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}$, par contre elle sousestime systématiquement leur variance et la variance résiduelle.
- 3- Des valeurs du coefficient de détermination R^2 et du paramètre $\hat{\beta}$, il ressort d'une part que la variance du coût total est mieux expliquée par les variations de la puissance mais d'autre part, que ce coût est plus sensible au tonnage.

(1) Introduction à l'économétrie Y. Langaskens, p.V1
Librairie Droz.

3- Relation coût total- tonnage- puissance.

Les deux variables explicatives introduites dans la même relation donnent l'équation suivante:

$$\text{C.T.} = 5,0625 + 0,02465 (\text{P.K.}) + 0,00881 (\text{T.B.})$$

$$(0,234) \quad (0,0017) \quad (0,0044)$$

$$R = 0,853 \quad R^2 = 0,728 \quad R_C^2 = 0,727$$

Les deux paramètres $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}_1$ sont significatifs quel que soit le seuil de signification tandis que $\hat{\beta}_2$ ne l'est que pour 0,025 (1,99 à comparer à la valeur théorique de 1,96). Par rapport aux autres paramètres, $\hat{\beta}_2$ est donc légèrement moins significatif. Et en comparant $\hat{\beta}_1$ et $\hat{\beta}_2$, il apparaît que le coût total est plus sensible à la puissance qu'au tonnage brut.

La valeur de la variable χ^2 est supérieure à sa valeur théorique (44,7 contre 7,8 avec trois degrés de liberté) ce qui nous oblige à rejeter l'hypothèse nulle de multicolinéarité. Celle-ci peut se définir comme étant "le phénomène d'interdépendance entre les variables explicatives"(1).

Quant au coefficient de Durbin-Watson, sa valeur observée est trop faible par rapport à la valeur théorique pour rejeter l'hypothèse d'autocorrélation^{non}. Trois transformations successives des variables ne suffisent pas à l'éliminer puisque au terme de ces transformations, la valeur atteinte par ce coefficient est de 1,99 alors que la valeur théorique est de 11,07. L'équation obtenue est alors la suivante :

(1) Y. LANGASKENS Introduction à l'économétrie, Droz 1975, page VII.1.

$$\begin{aligned} \text{C.T.} &= 3,3883 + 0,01732 (\text{P.K.}) + 0,02495 (\text{T.B.}) \\ &\quad (0,1706) \quad (0,0015) \quad (0,004) \end{aligned}$$

$$R = 0,765 \quad R^2 = 0,587 \quad R_c^2 = 0,585$$

Dans cette relation, les trois paramètres sont significatifs et l'hypothèse de multicollinéarité est rejetée.

L'équation obtenue en prenant le logarithme décimal de chaque observation donne les résultats suivants :

$$\begin{aligned} \log (\text{CT}) &= -0,5387 + 0,40078 \log (\text{PK}) + 0,34476 \log (\text{TB}) \\ &\quad (0,041) \quad (0,036) \quad (0,034) \end{aligned}$$

$$R = 0,867 \quad R^2 = 0,752 \quad R^2 = 0,751$$

L'ajustement réalisé est meilleur dans ce cas. Les tests de Student donnent les trois paramètres significatifs et l'hypothèse de multicollinéarité est rejetée avec un χ^2 égal à 67. Par contre, la valeur du coefficient de Durbin-Watson est inférieur à sa valeur théorique, décelant ainsi une certaine autocorrélation.

Les variations de la puissance expliquent davantage les variations du coût total que le tonnage ($R_{12.3} = 0,379$; $R_{13.2} = 0,347$) et ce coût est plus sensible à la puissance qu'au tonnage, comme c'était aussi le cas dans la première regression.

Trois transformations successives des variables ne parviennent pas à rejeter l'hypothèse d'^{non}autocorrélation.

Il reste maintenant à considérer la regression entre le coût total, le tonnage et la puissance, les observations de ces deux dernières variables étant affectées de l'exposant 2/3.

$$\begin{aligned} \text{C.T.} &= -0,3367 + 0,20338 (\text{P.K.})^{2/3} + 0,2428 (\text{T.B.})^{2/3} \\ &\quad (0,314) \quad (0,017) \quad (0,033) \end{aligned}$$

$$R = 0,875 \quad R^2 = 0,765 \quad R_c^2 = 0,764$$

Cette régression donne le meilleur ajustement, expliquant 76% des variations du coût total.

Si les paramètres $\hat{\beta}_1$ et $\hat{\beta}_2$ sont jugés significatifs pour tout niveau de signification, $\hat{\alpha}$ ne l'est pas du tout.

La variance du coût total est plus expliquée par la variance de la puissance que par celle du tonnage, comme dans les trois régressions effectuées jusqu'à présent.

Cette fois, la sensibilité du coût total est plus forte par rapport au tonnage ce qui correspond au résultat obtenu dans le modèle à deux dimensions.

Le test de multicollinéarité effectué rejette l'hypothèse nulle d'interdépendance à un niveau de signification de 0,05 ($\chi^2_{\text{observé}} = 50,8$) et comme dans les deux cas précédents, le coefficient de Durbin-Watson a toujours une valeur beaucoup trop faible pour accepter l'hypothèse de non-autocorrélation, même après trois transformations.

De ces différentes formulations de la relation à deux variables explicatives, plusieurs constatations peuvent être faites.

- Le meilleur ajustement entre le coût total, la puissance, et le tonnage est obtenu quand les observations des variables explicatives sont affectées de l'exposant 2/3.
- La multicollinéarité ne s'avère jamais significative pour un niveau de signification de 0,05.
- L'autocorrélation ne peut être éliminée par trois transformations des variables. Notons pour la valeur des résultats que cette persistance de l'autocorrélation n'introduit pas de biais dans l'estimation des paramètres. Mais par contre, elle sousestime les variances des estimateurs et celle de la variance résiduelle.

Cette autocorrélation latente laisse supposer que la spécification est incomplète, c'est-à-dire qu'elle ne tient pas compte d'une variable explicative importante.

- $R_{12.3}$ est toujours supérieur à $R_{13.2}$, autrement dit, le supplément d'explication qui résulte de l'introduction de la puissance par rapport à la variation non expliquée par le tonnage est plus important que si c'est le tonnage qui est inséré dans la relation. Ce résultat correspond à celui obtenu dans le modèle à deux dimensions.

Chapitre IV : Relation entre la quantité pêchée, le tonnage et la puissance.

1- Introduction.

Cette étude est basée sur l'analyse de données (1) concernant les quantités pêchées par 306 bateaux. Ces quantités étaient réparties pour chaque bateau, selon la méthode de pêche utilisée et selon les sortes de poissons pêchés. L'output par méthode et par catégorie a été ensuite divisé par le nombre d'heures nécessaires pour réaliser cette pêche et ce, afin d'éliminer l'effet du temps sur les relations.

En calculant pour chaque bateau la somme des quantités pêchées soit de telle catégorie de poissons, soit par telle méthode, il apparaît qu'il suffit d'étudier deux des huit méthodes pour considérer environ 75% de l'output total de ces 306 bateaux, la plus importante étant celle qui est utilisée pour pêcher les crevettes (50% du total). De même, cinq sortes de poissons constituent 80% des prises totales :

cabillauds	: 25%
crevettes	: 25%
merlans	: 17%
plies	: 6%
harengs	: 9%

Ce chapitre présent tend à voir s'il y a une relation significative entre le tonnage d'un bateau, sa puissance et la quantité pêchée par lui de telle catégorie de poissons, par telle méthode ou selon les deux critères ensembles.

(1) Source : Ministère de l'Agriculture - Service de la
pêche maritime.

2- L'output par bateau.

L'explication de l'output total par bateau à l'aide d'une seule des deux caractéristiques à savoir le tonnage ou la puissance n'est pas très significative. Les équations obtenues sont les suivantes :

$$\text{OUT.} = 77,249 + 0,4959 (\text{T.B.}) \quad R = 0,117$$

$$(20,12) \quad (0,241) \quad R^2 = 0,01$$

$$\text{OUT.} = 76,752 + 0,1297 (\text{P.K.}) \quad R = 0,11$$

$$(21,42) \quad (0,067) \quad R^2 = 0,009$$

Dans ces deux régressions, les paramètres $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}$ sont significatifs pour des niveaux de signification de 0,025. Quant aux coefficients de Durbin-Watson, ils sont supérieurs à la valeur théorique. Mais au total la relation n'explique que 1% des variations de l'output horaire par l'une ou l'autre des variables explicatives.

De plus, l'analyse de variance effectuée sur les séries donne des valeurs observées de la variable de Fisher respectivement égale à 4,2 et 3,7 ce qui est à peine plus élevé que la valeur théorique égale à 3,8 (avec 1 et 610 degrés de liberté) à un niveau de signification égal à 0,05. On ne peut donc pas conclure que la variance systématique soit significativement supérieure à l'aléatoire. Ce résultat rejoint celui donné par la valeur du R^2 .

Cette dernière peut être traduite pratiquement par le fait que l'output qui ne dépend pas du tonnage ($\hat{\alpha}$) est tellement important que pour atteindre une valeur égale à 77,25, il faudrait une augmentation de 156 T.B. Or, parmi les 306 bateaux de l'échantillon considéré, il n'y en a que cinq qui ont ce tonnage.

Si les deux variables explicatives sont introduites dans la relation, l'ajustement réalisé n'a aucun paramètre significatif. En prenant le logarithme décimal

de chaque observation, nous obtenons deux paramètres significatifs, c'est-à-dire le terme indépendant et celui qui mesure la sensibilité du coût total au tonnage.

La relation obtenue est alors la suivante :

$$\log (\text{OUT.}) = 1,041 + 0,4516 \log (\text{TB}) + 0,00243 \log (\text{PK})$$

$$(0,244) \quad (0,182) \quad (0,2045)$$

$$R = 0,31 \quad R^2 = 0,1 \quad R_C^2 = 0,09$$

L'hypothèse nulle de multicollinéarité est rejetée par le test chi-carré (χ^2 observé = 27,9) tandis que celui de Durbin-Watson accepte l'indépendance des résidus (D.W. observé = 2,004).

Mais comme la relation n'explique que 10% des variations de l'output, la relation n'est guère significative.

3- L'output par méthode de pêche.

Deux méthodes suffisent à pêcher les trois quarts des prises totales.

La première qui permet d'obtenir à elle seule 50% du produit de la pêche est utilisée pour les cabillauds, les merlans et les plies. Elle sera représentée dans les équations par le chiffre 1 tandis que la seconde portera le numéro 7. Cette dernière sert essentiellement à la pêche aux crevettes et, de façon plus accessoire, pour les mêmes sortes de poissons que la première méthode.

Quelle que soit la méthode utilisée, l'ajustement des observations brutes ne donne rien de valable : les variations de l'output et les paramètres ne sont pas significatifs.

Prendre le logarithme décimal des données ne sert à rien pour la technique car le R_C^2 ne vaut que

-0,0009 et aucun paramètre n'est acceptable, les écarts-types étant trop élevés. Par contre, pour la méthode 1, l'équation obtenue donne un coefficient de détermination $R_c^2 = 0,11$ et deux paramètres significatifs : $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}_2$.

Les différents tests ne décèlent pas de multicollinéarité et acceptent l'indépendance des résidus ($\chi^2 = 27,1$; D.W. = 2,01 en valeur observée).

$$\begin{array}{llll} \log (1) = 0,798 + 0,033 \log (PK) + 0,573 \log (TB) & R = 0,35 \\ (0,37) & (0,27) & (0,22) & R_c^2 = 0,11 \end{array}$$

4- L'output par catégorie de poissons.

Une seule des deux variables ne suffit pas à expliquer de façon significative les variations de l'output. L'exception à cette règle est la catégorie des harengs (251) qui est pêchée par environ 17% de la flotte. Ainsi l'évolution de la puissance explique 25% des variations de l'output et se répercute sur lui avec une vitesse de réaction de 33,5%. En utilisant le tonnage, le R_c^2 obtenu est de 0,14 tandis que la valeur de $\hat{\beta}$ est très élevée : 78%. Dans les deux cas, le terme indépendant n'est pas significatif et le coefficient de Durbin-Watson ayant une valeur très proche de 2 nous permet de garder l'hypothèse nulle d'indépendance des résidus.

$$\begin{array}{ll} \text{OUT. (251)} = -10,378 + 0,335 (PK) & R = 0,513 \\ (19,745) & (0,0785) & R_c = 0,249 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{OUT. (251)} = 19,141 + 0,783 (TB) & R = 0,392 \\ (17,792) & (0,257) & R_c = 0,137 \end{array}$$

L'introduction simultanée des deux variables explicatives dans la relation et le fait de prendre le logarithme décimal de chaque observation améliorent en général légèrement la qualité de l'ajustement. Cependant, certaines régressions continuent à ne pas être significatives, donnant des valeurs du coefficient de détermination de l'ordre de 1 ou 2% et ne présentant aucun paramètre valable. C'est le cas pour la relation estimée entre la quantité pêchée de crevettes (360) et les deux caractéristiques techniques des bateaux considérés ou la quantité de merlans (104).

Pour les quantités de cabillauds (102), l'ajustement réalisé n'est guère valable (1). Les deux paramètres $\hat{\beta}_1$ et $\hat{\beta}_2$ sont significatifs, pour un niveau de signification de 0,1 pour le premier, quel que soit ce niveau pour le second. La valeur observée de la variable chi-carré (30,74 contre 7,81 avec 3 degrés de liberté) permet de rejeter l'hypothèse nulle de multicollinéarité entre les variables. De même, le test de Durbin-Watson ne décèle pas d'autocorrélation entre les résidus. Il est à remarquer que les sensibilités à la puissance et au tonnage sont de sens contraire.

La régression concernant l'output de harengs (251) explique 18,2 % de ses variations. Deux des paramètres sont valables, $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}_1$, quel que soit le niveau de signification. Une seule transformation des variables est nécessaire pour garder l'hypothèse de non autocorrélation (D.W. observé = 1,98 contre 1,63 valeur théorique avec $n = 53$) et le test chi-carré conduit à rejeter l'hypothèse d'interdépendance des variables. Il semble donc qu'aucune variable explicative importante ne soit omise, malgré les valeurs élevées des

(1) Résultats des régressions page IV.6.

$$\log (102) = 0,298 - 0,644 \log (PK) + 1,356 \log (T.B)$$

$$(0,561) \quad (0,445) \quad (0,391)$$

$$R = 0,279 \quad R^2 \text{ corrigé} = 0,071 \quad (1)$$

$$D.W. = 1,834 \quad n = 286$$

$$\log (251) = -3,296 + 2,795 \log (PK) - 0,648 \log (TB)$$

$$(1,18) \quad (0,947) \quad (0,727)$$

$$R = 0,462 \quad R^2 \text{ corrigé} = 0,182 \quad (2)$$

$$D.W. = 1,98 \quad n = 53$$

$$\log (253) = 2,805 + 0,663 \log (PK) - 2,352 \log (TB)$$

$$(1,165) \quad (1,067) \quad (0,823)$$

$$R = 0,602 \quad R^2 \text{ corrigé} = 0,323$$

$$D.W. = 1,93 \quad n = 37$$

$$\log (110) = -2,475 + 2,225 \log (PK) - 0,836 \log (TB)$$

$$(0,407) \quad (0,386) \quad (0,353)$$

$$R = 0,428 \quad R^2 \text{ corrigé} = 0,177$$

$$D.W. = 2,005 \quad n = 273$$

$$\log (110-1) = -1,162 + 1,13 \log (PK) - 0,343 \log (TB)$$

$$(0,505) \quad (0,467) \quad (0,396)$$

$$R = 0,232 \quad R^2 \text{ corrigé} = 0,043$$

$$D.W. = 1,99 \quad n = 186$$

(1) Résultats obtenus par le programme R.L.V.L.

(2) Ces équations sont obtenues après une transformation des variables.

écarts-types des paramètres.

En ce qui concerne les quantités pêchées (253), la régression en termes de logarithmes nécessite une transformation des variables pour éliminer l'autocorrélation des résidus. Elle explique alors 32,3 % des variations de l'output par celles du tonnage et de la puissance. Deux paramètres sont significatifs $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}_2$ (2,4 et -2,86 comme valeurs observées de Student avec 37 observations). Mais les écarts-types ont des valeurs très élevées, ce qui décèle un phénomène d'interdépendance entre les variables explicatives, d'ailleurs confirmée par le test chi-carré : valeur observée = 5,08; valeur théorique = 7,81 pour 3 degrés de liberté. Dans la précédente régression, les paramètres avaient aussi des écarts-types très grands. Le point commun de ces deux ajustements est qu'ils sont faits à partir d'un même échantillon de petite taille, comprenant les mêmes bateaux. Ceux-ci ont en général une puissance de moins de 375 P.K. et de moins de 80 T.B., et pêchent des poissons pélagiques c'est-à-dire des grands fonds.

Théoriquement, la multicollinéarité introduit un biais dans les estimateurs $\hat{\beta}_1$ et $\hat{\beta}_2$, biais qui est de sens opposé pour les deux éléments. La solution à ce phénomène serait d'éliminer une des deux variables explicatives.

Les quantités pêchées de plies (110) ne dépendent pas des deux variables explicatives de façon significative. Les trois paramètres de l'équation obtenue sont valables. Les tests effectués acceptent l'indépendance des résidus et des variables explicatives :

D.W. observé = 2,005

D.W. théorique = 1,72

Chi-carré observé = 33,99

Chi-carré théorique = 7,81.

5- L'output par catégorie et par méthode.

Les ajustements réalisés à partir des quantités pêchées d'une certaine catégorie de poissons, par une méthode déterminée ne sont pas bons, aussi bien en valeurs brutes qu'en logarithmes décimaux.

La seule régression qui ait deux paramètres significatifs met en relation la puissance, le tonnage et les quantités de plies obtenues avec la méthode 1 mais son coefficient de détermination corrigé est seulement de 4 %. L'hypothèse nulle de multicollinéarité est rejetée et celle d'indépendance des résidus est acceptée (Chi-carré observé = 28,2).

6- Conclusions.

1)- Dans ce chapitre, de nombreux coefficients de corrélation sont infimes. Ceux des six régressions considérées sont plus élevés et apparaissent significativement différents de zéro à l'issue d'un test de Student (1). Cependant les coefficients de détermination ne valent au plus que 30 %. Autrement dit, le tonnage et la puissance sont des variables qui n'expliquent guère les variations des quantités pêchées. L'analyse des résidus décèle une légère autocorrélation qui disparaît après une seule transformation des variables. On peut supposer ainsi qu'une variable exogène est omise mais qu'elle n'est pas vraiment prépondérante, puisque la partie systématique contenue dans les termes résiduels est peu importante.

(1) Voir annexe

2)- Les variations de la puissance expliquent davantage celles de l'output que les variations du tonnage : R_{12} est supérieur à R_{13} et R_{123} est plus grand que $R_{13.2}$, sauf dans la régression concernant les quantités de cabillauds.

3)- Un F test d'indépendance entre la puissance et le tonnage rejette l'hypothèse nulle : $\hat{\beta}_1 = \hat{\beta}_2$ (1) dans chacune des six équations. De même, un test fait à partir d'une variable de Student rejette l'hypothèse d'égalité entre $\hat{\beta}_1$ de chaque équation et $\hat{\beta}_1$ de l'ajustement entre les quantités pêchées par bateau, pour toutes les équations dans lesquelles $\hat{\beta}_1$ est significatif (1). Comparer les sensibilités à la puissance paraît difficile, étant donné que celle de la quantité totale par bateau n'est pas elle-même significative. Les variations du tonnage ont donc un effet significativement différent au niveau de la quantité totale pêchée par un bateau ou au niveau de la quantité d'une catégorie déterminée de poissons, pêchée aussi par un bateau.

(1) Voir annexe

Conclusions.

En somme, il apparaît que les quantités pêchées par un bateau ne dépendent que faiblement du tonnage et de la puissance. En fait, on peut penser que l'output n'est pas réellement sensible à l'évolution de ces variables explicatives, mais plutôt à d'autres exogènes dont il n'est pas fait mention dans cet ajustement et qui sont liées à ces deux variables. Par exemple, l'output est sans doute davantage fonction de l'équipement des bateaux en matériel de détection qu'à son tonnage.

Le tonnage et la puissance d'un bateau sont des variables qui parviennent à expliquer de façon très significative le coût total journalier d'un bâtiment de pêche. Mais les relations obtenues pourraient être améliorées car, lorsque ces deux variables sont exogènes dans la même relation, les termes résiduels conservent une partie systématique qui serait éliminable par l'introduction d'une nouvelle variable explicative.

Dans la plupart des régressions, la multicollinéarité entre les deux variables explicatives n'apparaît pas significative. Cela est sans doute dû au fait que un même bateau peut se voir attribuer des moteurs de différentes puissances sans que sa coque ne change. A un même tonnage, correspond donc toute une gamme de puissances possibles.

Dans chacune des équations estimées, la valeur des paramètres qui mesurent la sensibilité du coût total au nombre de P.K. ou de T.B. confirme les résultats de l'analyse descriptive des coûts : le coût total évolue dans le même sens que les variations du tonnage ou de la puissance, mais moins que proportionnellement.

Etant donné donc l'influence du nombre de T.B. et de P.K. dans la détermination du coût total, l'évolution de la flotte paraît se justifier : les bateaux sont moins nombreux, mais ils voient leur puissance motrice et leur tonnage augmenter en moyenne.

1967 12.

C 1

1967

16.000

5303

2656

e.T

CF

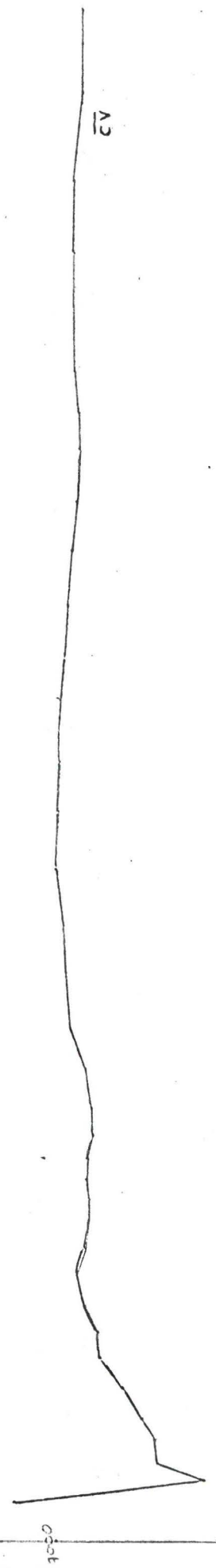
trans p.m.



05060
30050

1575T

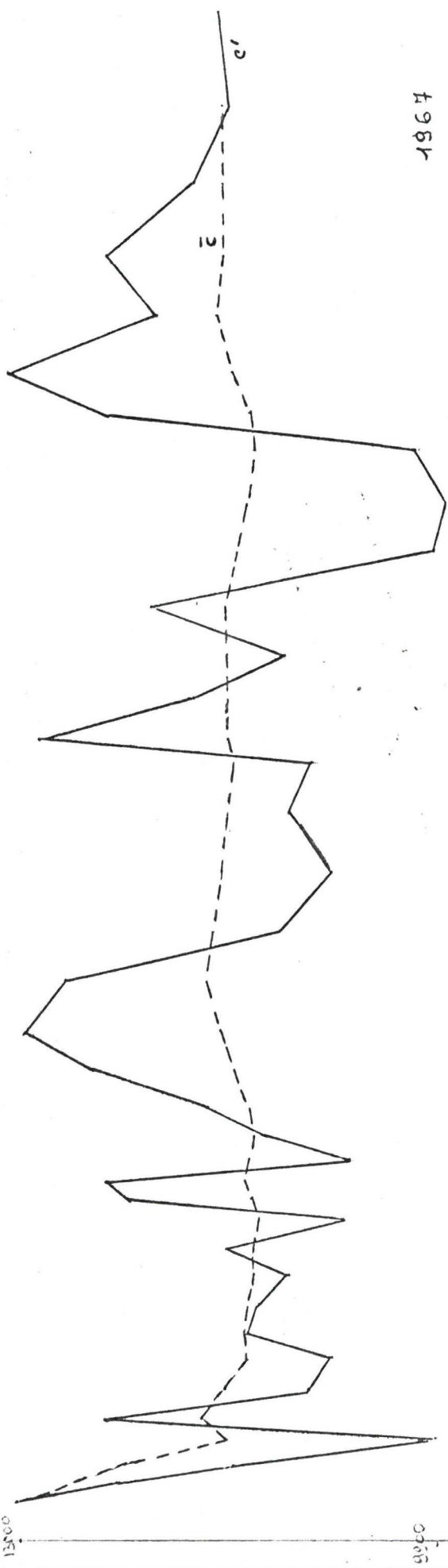
A2



1964

3

10



30000

5000

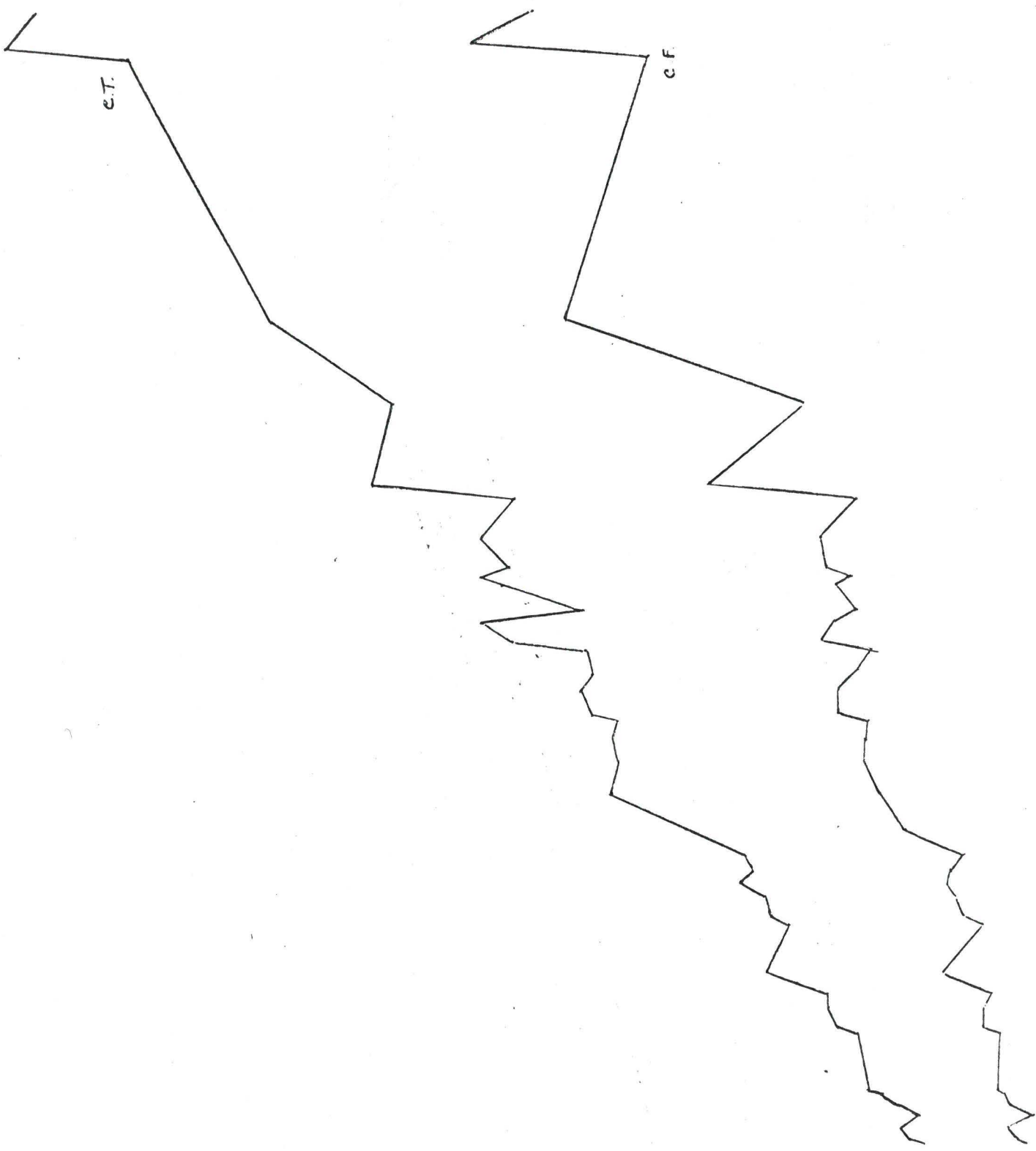
1968

C.T.

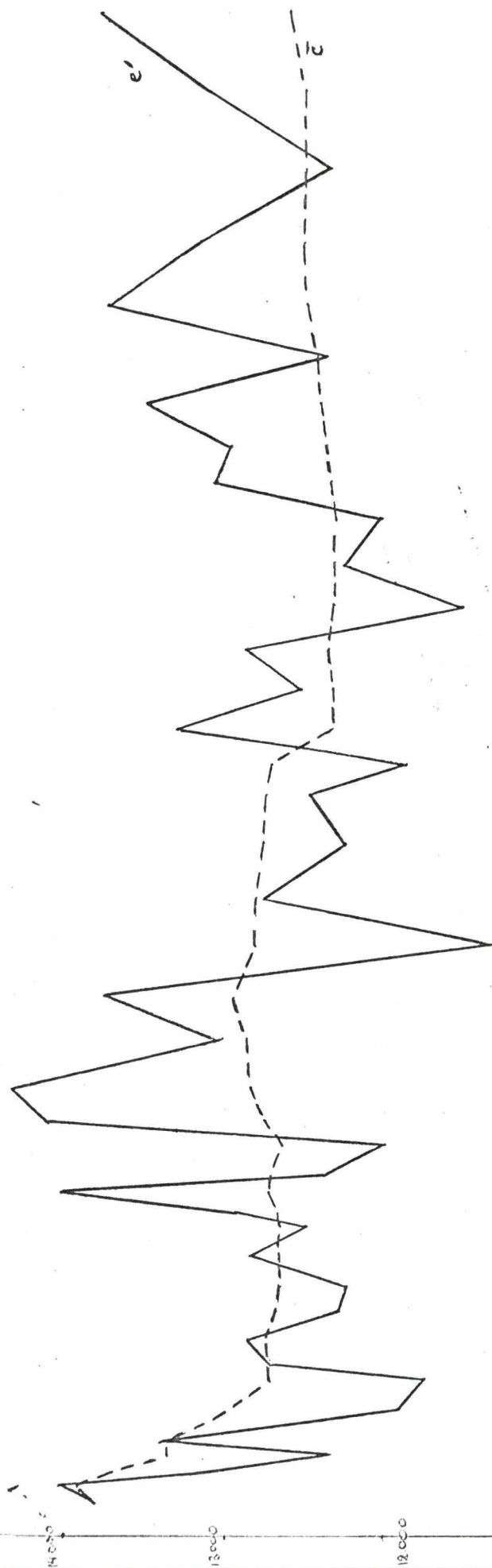
C.F.

4425

23457



CA



6863

C.V.

443T

4500T

1

31.000

17000

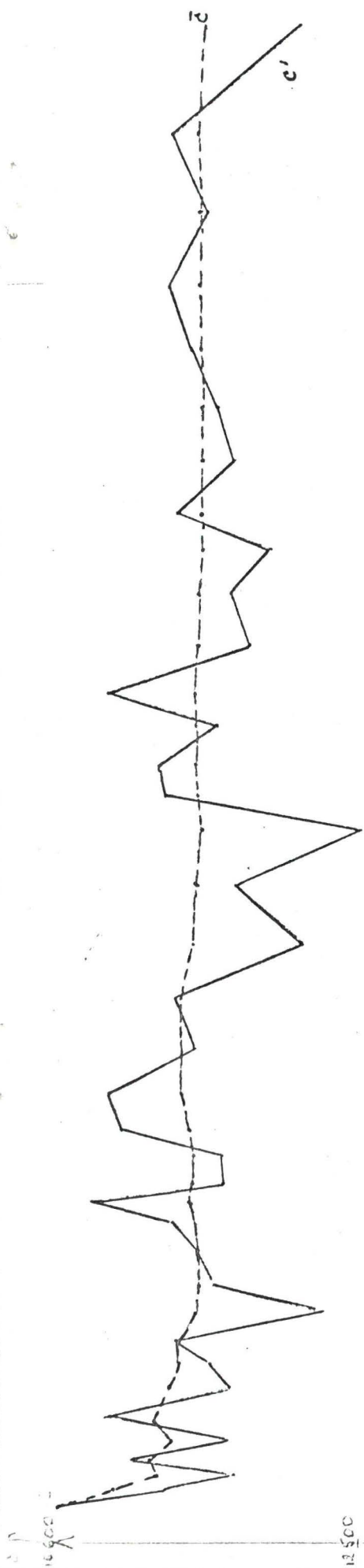
16.000

1969

e.f.

e.f.





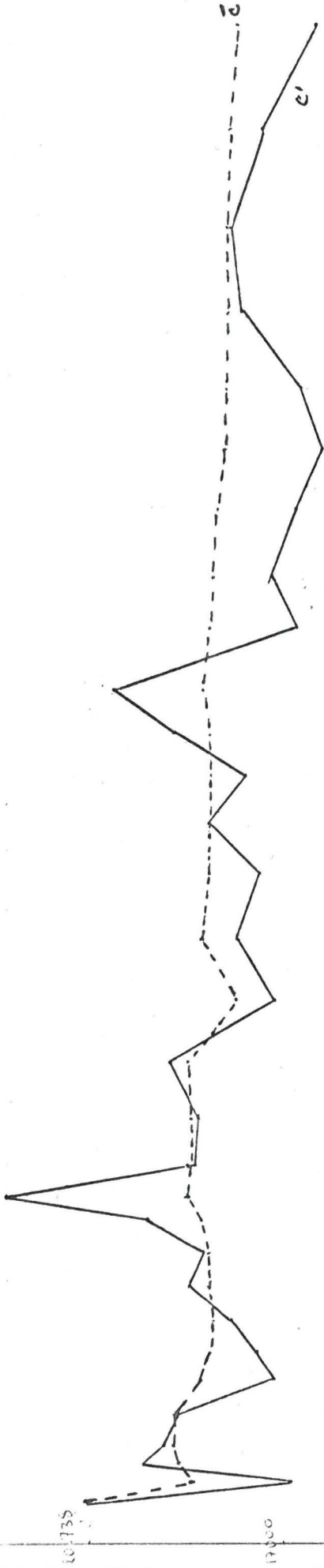
1969



270000

12

1970.



Analyse de variance entre les coûts à la tonne
par bateau.

1967	$\bar{C} (65-80) = 13.699.$	
	$\bar{C} (90-100) = 12.581.$	F observé = 6,59
	$S_b^2 = 19.061.341$	F théorique = 4
	$S_w^2 = 2.892.643$	
1968	$\bar{C} (65-80) = 12.703$	
	$\bar{C} (90-100) = 12.518$	F observé = 0,37
	$S_b^2 = 557.190$	F théorique = 3,99
	$S_w^2 = 1.521.217$	
1969	$\bar{C} (65-80) = 15.311$	
	$\bar{C} (90-100) = 14.520$	F observé = 5,91
	$S_b^2 = 9.702.817$	F théorique = 4
	$S_w^2 = 1.641.279$	
1970	$\bar{C} (65-80) = 18.878$	
	$\bar{C} (90-100) = 17.818$	F observé = 4,11
	$S_b^2 = 17.134.900$	F théorique = 4,004
	$S_w^2 = 4.169.075$	

Analyse de variance entre les taux de rendement.

1967 $\bar{R} (65-80) = 9,5$
 $\bar{R} (90-110) = 18,1$ F observé = 10,78
 $S_b^2 = 1275$ F théorique = 3,99
 $S_w^2 = 118$

$\bar{R} (90-110) = 18,1$
 $\bar{R} (+ 180) = 12,3$ F observé = 2,8
 $S_b^2 = 412,1$ F théorique = 4,04
 $S_w^2 = 146,9$

1968 $\bar{R} (65-80) = 8,85$
 $\bar{R} (90-110) = 12,4$ F observé = 4,08
 $S_b^2 = 227,1$ F théorique = 3,98
 $S_w^2 = 55,7$

$\bar{R} (90-110) = 12,4$
 $\bar{R} (+ 180) = 7$ F observé = 5,1
 $S_b^2 = 401$ F théorique = 4,03
 $S_w^2 = 78,6$

1969 $\bar{R} (65-80) = 6,2$
 $\bar{R} (90-110) = 12,3$ F observé = 9,4
 $S_b^2 = 645,9$ F théorique = 3,99
 $S_w^2 = 68,7$

$\bar{R} (90-110) = 12,3$
 $\bar{R} (+ 180) = 11,4$ F observé = 0,11
 $S_b^2 = 10,5$ F théorique = 4,03
 $S_w^2 = 94,9$

$$\begin{aligned}
 1970 \quad \bar{R} (65-80) &= 5,4 \\
 \bar{R} (90-110) &= 12,2 \\
 S_D &= 786,1 \\
 S_W &= 100,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ observé} &= 7,8 \\
 F \text{ théorique} &= 3,98
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{R} (90-110) &= 12,2 \\
 \bar{R} (+ 180) &= 15,9 \\
 S_D &= 167,7 \\
 S_W &= 87,04
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F \text{ observé} &= 1,93 \\
 F \text{ théorique} &= 4,04
 \end{aligned}$$

Test de Student.

$$\begin{array}{lll}
 H_0 : R^4 = 0 & t(\text{bat.}) = 5,8 & t(110) = 7,8 \\
 & t(102) = 4,9 & t(110-1) = 3,2 \\
 & t(251) = 3,6 & t(1) = 5,2 \\
 & t(253) = 4,3 &
 \end{array}$$

Test de Fisher.

$$\begin{array}{lll}
 H_0 : \hat{\beta}_1 = \hat{\beta}_2 & F(102) = 21,8 & F(110) = 58,5 \\
 & F(251) = 11,6 & F(110-1) = 8,3 \\
 & F(253) = 17,2 & F(\text{bat.}) = 37,6
 \end{array}$$

Test de Student.

$$\begin{array}{ll}
 H_e : \hat{\beta}_1 = \hat{\beta}_2 & t(110) = 3,6 \\
 & t(102) = 3 \\
 & t(253) = -3,4
 \end{array}$$

